

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-177495

(43)Date of publication of application : 29.06.2001

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04J 1/00

H04M 3/00

H04M 11/00

(21)Application number : 11-355384

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 15.12.1999

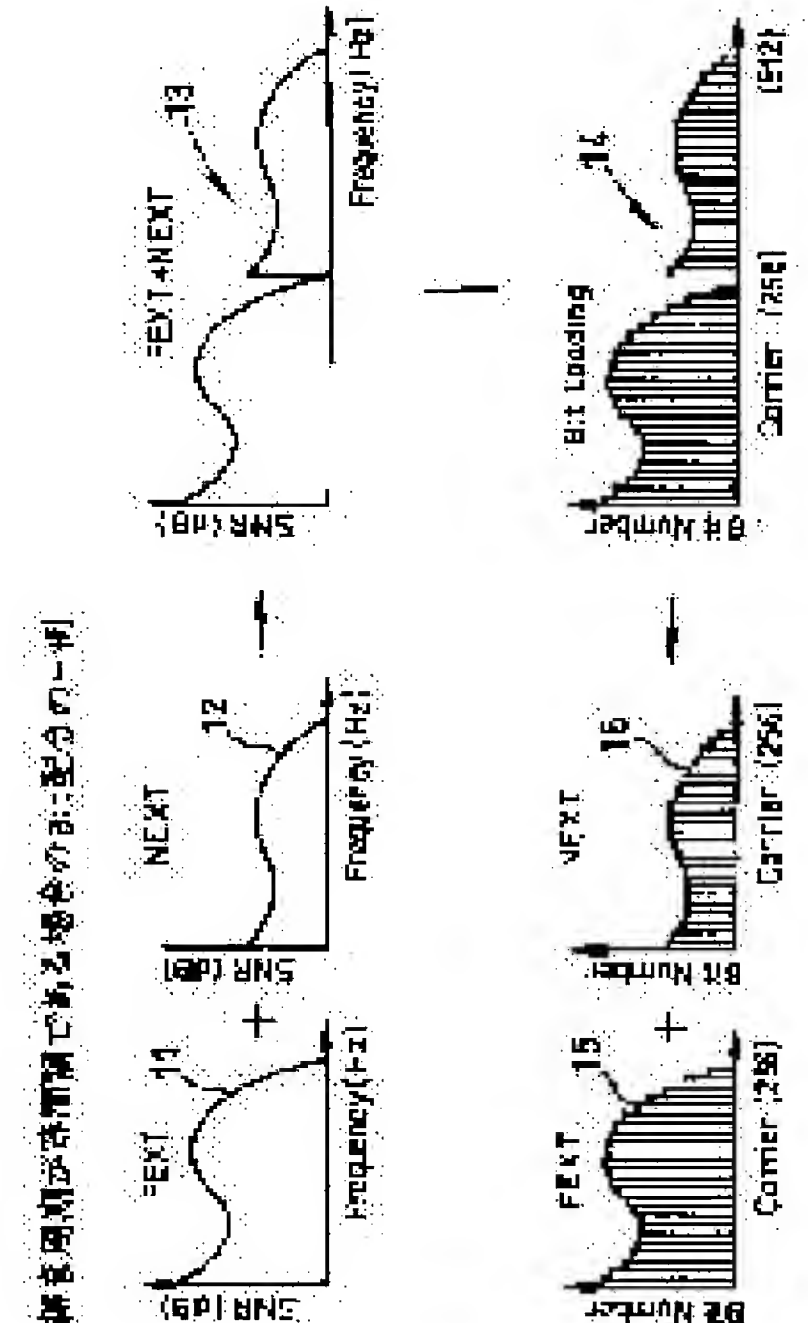
(72)Inventor : OKAMURA YUSAKU

(54) MULTI-CARRIER TRANSMISSION SYSTEM AND ITS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain bit distribution of a DMT system where a performance margin is a maximum at a given transmission speed in the case that transmission power is revised between e.g. a NEXT state and a FEXT state under a noise environment having the NEXT state and the FEXT state where a noise amount is periodically changed.

SOLUTION: Sets 11, 12 of SNR values of a transmission channel that are periodically changed due to a leaked noise are regarded as a set 13 of the SNR values without temporal change in a single transmission channel, and bits of each carrier in a multi-carrier consisting bit distributions of the carriers are distributed depending on the set 13 of the single signal to noise ratio and a preset maximum transmission power corresponding to the noise environment.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-177495

(P2001-177495A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 2 2
1/00		1/00	5 K 0 5 1
H 0 4 M 3/00		H 0 4 M 3/00	C 5 K 1 0 1
11/00	3 0 2	11/00	3 0 2

審査請求 有 請求項の数24 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平11-355384

(22) 出願日 平成11年12月15日 (1999.12.15)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 岡村 勇作

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100088812

弁理士 ▲柳▼川 信

Fターム(参考) 5K022 AA01 AA11 AA41

5K051 AA02 BB02 DD07 DD12 JJ10

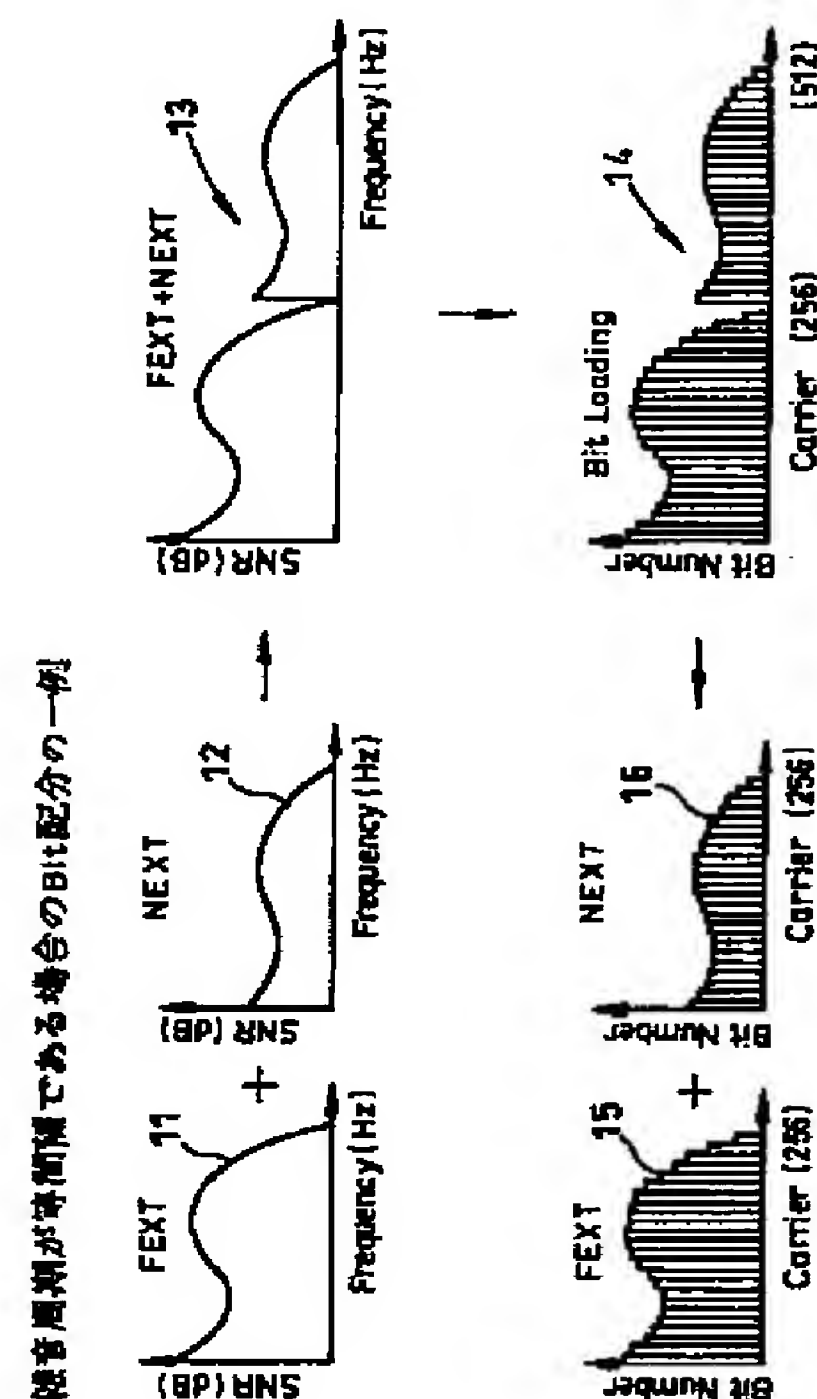
5K101 MM04 SS03 VV06

(54) 【発明の名称】 マルチキャリア伝送システム及びその方法

(57) 【要約】

【課題】 雑音量が周期的に変化する、例えばNEXT時とFEXT時とを有する雑音環境下において、NEXT時とFEXT時との送信電力を変更可能とした場合に、与えられた伝送速度においてパフォーマンスマージンが最大の値になるDMT方式のビット配分を行う。

【解決手段】 漏話雑音によって周期的に変化する伝送回線のSNR値の組11と12とを、単一の伝送回線における時間的に変化のないSNR値の組13とみなし、この単一の信号対雑音比の組13と、雑音環境にそれぞれ対応して予め設定された最大送信電力値とに応じて、各キャリアのビット配分をなすマルチキャリアの各キャリアのビット配分を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組を、周期的に変化することのない同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音比の組とし、この1つの信号対雑音比の組と、前記雑音環境にそれぞれ対応して予め設定された最大送信電力値とに応じて、前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システム。

【請求項2】 前記雑音環境が2種であって所定周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等2種の信号対雑音比の組を前記1つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項3】 前記ビット配分手段は、前記1つの信号対雑音比の組の各値及び前記各キャリアの最大送信電力値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項1または2記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項4】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組の各値と、前記雑音環境にそれぞれ対応して予め設定された最大送信電力値とに応じて、与えられた伝送速度を実現しかつパフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システム。

【請求項5】 前記雑音環境が2種であって所定間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等2種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする請求項4記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項6】 前記ビット配分手段は、前記2種の信号対雑音比の組の各値及び総送信電力制限値並びに前記最大送信電力値に応じて前記ビット配分をなすようにした

ことを特徴とする請求項4または5記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項7】 前記第一の通信局から前記第二の通信局へのデータ伝送の場合、前記第一の通信局は予め定められた複数の伝送速度を前記第二の通信局へ送信する手段を有し、前記第二の通信局は前記信号対雑音比評価手段及び前記ビット配分手段を有し、前記ビット配分手段は、前記第一の通信局から送信されてきた前記複数の伝送速度と前記信号対雑音比の組とを基に、データ伝送におけるマージンを算出する手段と、この算出されたマージンを基に前記複数の伝送速度から最適伝送速度を選択する手段と、この選択された伝送速度に従って前記各キャリアのビット配分を算出する手段とを有することを特徴とする請求項1～6いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項8】 前記第二の通信局は前記ビット配分を前記第一の通信局へ送出する手段を更に含み、前記第一の通信局は前記ビット配分に従って前記第二の通信局へのデータ伝送をなすことを特徴とする請求項7記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項9】 前記2種の雑音の雑音源は、第一及び第二の通信局との間の通信回線と同一ケーブル上に存在することを特徴とする請求項1～8いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項10】 前記2種の雑音の環境は、第一の雑音環境及びこの第一の雑音環境よりも雑音状態が悪い第二の雑音環境であることを特徴とする請求項1～11いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項11】 前記2種の雑音は、遠端漏話及び近端漏話に起因するものであることを特徴とする請求項1～10いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項12】 前記第一及び第二の通信局間はデジタル加入者回線によるデータ伝送であることを特徴とする請求項1～11いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項13】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組を、周期的に変化することのない同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音比の組とし、この1つの信号対雑音比の組と前記雑音環境にそれぞれ対応して予め設定された最大送信電力値とに応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法。

【請求項14】 前記雑音環境が2種であって所定周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前

記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等2種の信号対雑音比の組を前記1つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項13記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項15】 前記ビット配分ステップは、前記1つの信号対雑音比の組の各値及び前記各キャリアの最大電力値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項13または14記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項16】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組の各値と前記雑音環境にそれぞれ対応して予め設定された最大送信電力値とに応じて、与えられた伝送速度を実現しかつパフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法。

【請求項17】 前記雑音環境が2種であって所定周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等2種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項16記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項18】 前記ビット配分ステップは、前記2種の信号対雑音比の組の各値及び総送信電力制限値並びに前記最大電力値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項16または17記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項19】 前記第一の通信局から予め定められた複数の伝送速度を前記第二の通信局へ送信するステップを更に含み、前記第二の通信局において実行される前記ビット配分ステップは、前記第一の通信局から送信されてきた前記複数の伝送速度と前記信号対雑音比の組とを基に、データ伝送におけるマージンを算出するステップと、この算出されたマージンを基に前記複数の伝送速度から最適伝送速度を選択するステップと、この選択された伝送速度に従って前記各キャリアのビット配分を算出するステップとを有することを特徴とする請求項16～18いずれか記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項20】 前記ビット配分を前記第二の通信局から前記第一の通信局へ送出するステップと、前記第一の通信局において前記ビット配分に従って前記第二の通信

局へのデータ伝送をなすステップとを更に含むことを特徴とする請求項19記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項21】 前記2種の雑音の雑音源は、第一及び第二の通信局との間の通信回線と同一ケーブル上に存在することを特徴とする請求項16～20いずれか記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項22】 前記2種の雑音の環境は、第一の雑音環境及びこの第一の雑音環境よりも雑音状態が悪い第二の雑音環境であることを特徴とする請求項69～21いずれか記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項23】 前記2種の雑音は、遠端漏話及び近端漏話に起因するものであることを特徴とする請求項16～22いずれか記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項24】 前記第一及び第二の通信局間はデジタル加入者回線によるデータ伝送であることを特徴とする請求項16～23いずれか記載のマルチキャリア伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はマルチキャリア伝送システム及びその方法に関し、特にDMT (Discrete Multi-Tone) 変調方式として知られているマルチキャリア伝送システム及びその方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のこの種のDMT方式のマルチキャリア伝送システムの例としては、米国特許公報第5,479,447号に開示の技術がある。

【0003】かかるDMT方式に使用されるADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 装置としては、複数のキャリアにQAM (Quadrature Amplitude Modulation) による変調を行い、この変調したキャリアをIFFT (Inverse Fast Fourier Transform) を用いて多重化して送信するようになっている。受信側では、多重化された信号から各キャリアをFFTを用いて抽出し、QAM変調された信号に復調を行うものである。

【0004】この場合、複数のキャリアの各々へのビット配分のために各キャリアのSNR (Signal to Noise Ratio; 信号対雑音比) を測定し、この測定されたSNRに従ってビット配分を求める様になっている。例えば、図13の15に示すように、横軸の周波数は伝送に使用される各キャリアであり、各キャリアの周波数幅は4,312.5KHzであってその総数は256であるが、これ等各数値は限定されるものではない。データ伝送時には、これ等キャリアを夫々変調するが、このときSNR値を評価してこの評価SNRに従ってビット配分を求めている。この場合のSNRの評価では、各キャリアの周波数帯域において各々のSNR値を求めている。

【0005】各キャリアはこうして定められた各ビット配分に従ってビット数の伝送を行うものである。このビット数は、評価されたSNR値に基づき、与えられた伝送

速度を満足しかつパフォーマンスマージン（性能余裕）が最大になるようにビット配分が算出される。

【0006】従来のDMT方式ADSL技術において、与えられた伝送速度が最大のパフォーマンスマージンを有するビット配分となるように、当該ビット配分を計算する手法の一例としては、上述の米国特許第5,479,447号公報に詳述されている。図13はこのビット配分方法の一例を示している。送信したい伝送速度（ビットレート）が与えられると、測定された伝送線路のSNR値（15）に基いて各キャリアが最大のパフォーマンスマージンを持つようにビット数を各キャリアに配分する（16）ものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このDMT方式のADSL技術において、日本国内では、同一ケーブル内にTCM(Time Compression Multiplexing)方式のISDNが存在し、これにより生じる周期的な漏話がADSLへの信号に大きな雑音となっている。図14を用いてADSL回線とTCM-ISDN回線とが同一ケーブルに共存する場合に発生する漏話について説明する。図14には、ADSL回線において下り方向（ATU-C（ADSL Termination Unit-Center side）からATU-R（ADSL Termination Unit-Remote side）の方向）にデータ伝送を行っている時にATU-RがTCM-ISDN回線によるデータ伝送によって発生する漏話が示されている。

【0008】図14に示すように、ADSL回線において下り方向のデータ伝送を行っている時に、TCM-ISDN回線が同じく下り方向のデータ伝送を行っている場合、遠端漏話（FEXT：Far End Cross-Talk）が発生する。また、ADSL回線において下り方向にデータ伝送を行っている時にTCM-ISDN回線がこれとは逆方向の上り方向のデータ伝送を行っている場合、近端漏話NEXT（Near End Cross-Talk）が生じる。TCM方式のISDN回線では、データの伝送を上り方向と下り方向とで交互に行っているため、ADSL回線はISDN回線のピンポン方式のデータ伝送の影響を受け、近端漏話と遠端漏話とが周期的に発生する。

【0009】従来のADSL技術で通信を行った場合、この周期的な漏話雑音のため、雑音状態の悪い近端漏話（NEXT）時にはエラーが多量に発生する。また、伝送速度をNEXT雑音下での通信に合わせて設定した場合、伝送速度の大幅な減少となる。このISDNからの漏話雑音状況下において、ADSL装置の通信性能を向上させるためにいわゆるデュアルビットマップ方式が考えられる。この方式では、ADSL装置はビットマップ（ビット配分）を2種類所有し、漏話雑音の周期に同期させてビットマップを切替えて通信速度を変化させる方式である。遠端漏話（FEXT）時には雑音は小さいため通信速度を大きくし、NEXT時には大きいため通信

速度を小さくする。

【0010】ところが、このデュアルビットマップ方式では伝送線路のSNR値が複数存在するため、上位層から与えられたビットレート（伝送速度）から従来の方法でビット配分を行うことはできない。即ち、測定したSNR値に基づいて各キャリアが最大のパフォーマンスマージンを持つように、与えられたビットレートを2種類の伝送速度に分配し、更にビット数を各キャリアに分配する必要がある。

10 【0011】以上の問題のため、周期的に線路の雑音量が変化し、この雑音の変化に同期して複数の伝送速度を切替える場合には、従来のビット配分方法では最大のパフォーマンスマージンを得ることができない。

20 【0012】そのために、異なる時間で評価された複数のSNR値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、かつパフォーマンスマージンを最大にすることにより、上記の課題を解決したビット配分方法に関する技術が、本発明者によって特願平10-366982号明細書に提案されている。この技術では、NEXT時の信号がISDNへの近端漏話となるために、NEXT時においてのみ最大送信電力を減少させて、近端漏話を減少させることが要求される。すなわち、上記の技術では、FEXT時とNEXT時の最大送信電力が固定されており、よって、NEXT時のADSLの信号がISDNへの雑音となることが問題となる。そこで、ISDNへの影響をなくすために、NEXT時とFEXT時との送信電力を異なるように変更可能とすることが必要となっている。

30 【0013】本発明の目的は、NEXT時とFEXT時との送信電力を異なるように変更可能とした場合に、パフォーマンスマージンを最大にするようにしたビット配分方法を有するマルチキャリア伝送システム及びその方法を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組を、周期的に変化することのない同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音比の組とし、この1つの信号対雑音比の組と、前記雑音環境にそれぞれ対応して予め設定された最大送信電力値とに応じて、前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システムが得られる。

50 【0015】そして、前記雑音環境が2種であって所定周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音

比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等2種の信号対雑音比の組を前記1つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする。また、前記ビット配分手段は、前記1つの信号対雑音比の組の各値及び前記各キャリアの最大送信電力値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。

【0016】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組の各値と、前記雑音環境にそれぞれ対応して予め設定された最大送信電力値とに応じて、与えられた伝送速度を実現しかつパフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システムが得られる。

【0017】そして、前記雑音環境が2種であって所定間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等2種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする。また、前記ビット配分手段は、前記2種の信号対雑音比の組の各値及び総送信電力制限値並びに前記最大送信電力値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。

【0018】また、前記第一の通信局から前記第二の通信局へのデータ伝送の場合、前記第一の通信局は予め定められた複数の伝送速度を前記第二の通信局へ送信する手段を有し、前記第二の通信局は前記信号対雑音比評価手段及び前記ビット配分手段を有し、前記ビット配分手段は、前記第一の通信局から送信されてきた前記複数の伝送速度と前記信号対雑音比の組とを基に、データ伝送におけるマージンを算出する手段と、この算出されたマージンを基に前記複数の伝送速度から最適伝送速度を選択する手段と、この選択された伝送速度に従って前記各キャリアのビット配分を算出する手段とを有することを特徴とする。また、前記第二の通信局は前記ビット配分を前記第一の通信局へ送出する手段を更に含み、前記第一の通信局は前記ビット配分に従って前記第二の通信局へのデータ伝送をなすことを特徴とする。更に、前記2種の雑音の雑音源は、第一及び第二の通信局との間の通信回線と同一ケーブル上に存在することを特徴とし、また前記2種の雑音の環境は、第一の雑音環境及びこの第一の雑音環境よりも雑音状態が悪い第二の雑音環境であることを特徴とする。そして、前記2種の雑音は、遠端

漏話及び近端漏話に起因するものであることを特徴とし、前記第一及び第二の通信局間はデジタル加入者回線によるデータ伝送であることを特徴とする。

【0019】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組を、周期的に変化することのない同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音比の組とし、この1つの信号対雑音比の組と前記雑音環境にそれぞれ対応して予め設定された最大送信電力値とに応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法が得られる。

【0020】そして、前記雑音環境が2種であって所定周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等2種の信号対雑音比の組を前記1つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。また、前記ビット配分ステップは、前記1つの信号対雑音比の組の各値及び前記各キャリアの最大電力値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。

【0021】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組の各値と前記雑音環境にそれぞれ対応して予め設定された最大送信電力値とに応じて、与えられた伝送速度を実現しかつパフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法が得られる。

【0022】そして、前記雑音環境が2種であって所定周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等2種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。また、前記ビット配分ステップは、前記2種の信号対雑音比の組の各値及び総送信電力制限値並びに前記最大電力値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。

【0023】また、前記第一の通信局から予め定められ

た複数の伝送速度を前記第二の通信局へ送信するステップを更に含み、前記第二の通信局において実行される前記ビット配分ステップは、前記第一の通信局から送信されてきた前記複数の伝送速度と前記信号対雑音比の組とを基に、データ伝送におけるマージンを算出するステップと、この算出されたマージンを基に前記複数の伝送速度から最適伝送速度を選択するステップと、この選択された伝送速度に従って前記各キャリアのビット配分を算出するステップとを有することを特徴とする。そして、前記ビット配分を前記第二の通信局から前記第一の通信局へ送出するステップと、前記第一の通信局において前記ビット配分に従って前記第二の通信局へのデータ伝送をなすステップとを更に含むことを特徴とする。また、前記2種の雑音の雑音源は、第一及び第二の通信局との間の通信回線と同一ケーブル上に存在することを特徴とし、更に前記2種の雑音の環境は、第一の雑音環境及びこの第一の雑音環境よりも雑音状態が悪い第二の雑音環境であることを特徴とする。また、前記2種の雑音は、遠端漏話及び近端漏話に起因するものであることを特徴とし、前記第一及び第二の通信局間はデジタル加入者回線によるデータ伝送であることを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照しつつ本発明の実施の形態につき説明する。図1は本発明の実施の形態を示すブロック図である。図1を参照すると、中央局としてATU-C100、端末としてATU-R200が、夫々設けられており、これ等両者間の伝送はデジタル加入者回線により行われる。尚、本例では、ATC-CからATU-Rへ送信する下り方向の伝送速度の決定につき説明する。下り方向伝送速度送信部1は図示せぬ上位層から指定された下り方向伝送速度 $r_1 \sim r_4$ （本例では、4種の速度とする）をATU-Rへ送信するものである。

【0025】選択伝送速度記憶部9はATU-R200にて選択された伝送速度 r_n を記憶するものであり、ビット、パワー配分テーブル10はATU-R200から送信されたビット、パワー配分テーブルを記憶するものである。このビット、パワー配分テーブル10に従って、各キャリアのビット配分及びパワー配分（マッピング）が行われつつ下り方向のデータ伝送がなされる。

【0026】以上はATU-C100の機能であるが、ATU-R200の機能は次の如くである。下り方向SNR評価部2は下り方向伝送の際の伝送線路のSNR評価を行うものであり、ここでは、例として、TCM-ISDNがADSLと同一ケーブル内に存在し、その漏話雑音が周期的に変化する場合について説明する。図2はTCM-ISDNからADSLへの漏話雑音を説明するための図である。図(A)はTCM-ISDNのデータの送信方向を示し、(B)はそれによってADSL(ATU-R)に対して生じる漏話雑音を示す。

【0027】ISDNの上り方向送信時には、ATU-Rには近端漏話NEXTが生じ、下り方向送信時には、遠端漏話FEXTが生じる。そのために、下り方向SNR評価部2は、NEXTとFEXTとの2種の雑音が存在する場合での各キャリア周波数におけるSNR値の組を夫々に評価（算出）し、対応するSNRの組をNEXT SNR及びFEXT SNRの各保持部3に夫々保持する。尚、図2(B)はTCM-ISDNにより生ずる漏話雑音の時間間隔が等しい場合であるが、図2

(C)は等しくない場合の例を示している。図2(C)において、 f 及び n は雑音が発生する期間の時間比率を示しており、この場合にはFEXTが発生する期間 f はNEXTが発生する期間 n より短い。

【0028】速度適応アルゴリズム部8は、パフォーマンスマージン計算部4と、伝送速度選択部5と、ビット、パワー配分テーブル送信部6とを有する。パフォーマンスマージン計算部4は下り方向SNR評価部2にて評価された線路のSNR値3を基に、ATU-C100より送信されてきた4種の伝送速度を夫々実現する場合に最大のパフォーマンスマージン値を、4種類計算する。伝送速度選択部5は、これ等4種類のパフォーマンスマージン値から送信可能でかつ伝送速度が最も大なる値を選択する。ビット、パワー配分テーブル送信部6は、選択された伝送速度 r_n で送信を行うためのビット、パワー配分テーブルをATU-C100へ送信するが、このビット、パワー配分テーブル7はNEXT時及びFEXT時で周期的に変化するSNR値の各組に対して夫々算出されたものである。

【0029】図3は図1のブロックの動作を示すフローチャートである。上位層から与えられた4つの伝送速度は、ATU-CからATU-Rに向かって送信される（ステップA1）。例えば、 r_1 から r_4 bit/sの4種類の伝送速度がその他のパラメータと共にATU-CからATU-Rに送信される。ATU-R側は、雑音量が周期的に変化する場合、特にここではTCM-ISDNが同一ケーブル内に存在する場合、ISDNからADSLに対してNEXT及びFEXTが発生する。下り方向SNR評価部2では、この両方の場合における各周波数のSNR値を評価し、各々をNEXT SNR、FEXT SNR 3に保持する。図4の11及び12は評価された各周波数のSNR値を示し、11はFEXT発生時の、12はNEXT発生時の各SNR値を示す。

【0030】パフォーマンスマージン計算部4は、SNR評価部2で評価した線路のSNR値3を基に、送信された4つの伝送速度を実現する場合、パフォーマンスマージンを最大の値に設定するビット配分を夫々4種類計算する（ステップA2）。図4はその計算方法を示す。11、12に示すNEXT及びFEXT時のSNR値を図4の13に示すように、周期的に変化することがなく倍の周波数まで評価されたSNR値として使用する。

【0031】これにより、回線のパフォーマンスマージンを計算するにあたって、使用周波数が倍でありSNR値が13であるような時間的に変化のない線路について、伝送速度は与えられた伝送速度の値を倍にし、512のキャリアを使用する場合とみなしてビット配分方法を用いる。本例では、各キャリアの電力制限がある場合であり、これ等各キャリアの電力上限をEmaskとする。ここで、データの送信に使用可能な総送信電力の上限Etargetは、(全キャリア数)×(各キャリアの電力上限Emask)とし、総送信電力の上限によっては、各キャリアに使用可能な送信電力が制限されることはないものとする。

【0032】伝送速度選択部5では、計算した4種類のパフォーマンスマージン値、例えば、図3のステップA2に示すように4種類のマージン値m1～m4から、伝送速度が最も速かつマージンが負でない送信可能な伝送速度を選択する(ステップA3)。全伝送速度に関してマージンが全て負であれば、4つの伝送速度全てが送信不可能であることを示し、ATU-RはATU-Cに向けて全伝送速度失敗出力を送信する(ステップA6)。伝送速度のどれか1つを選択することができれば、その選択した伝送速度及びそのパフォーマンスマージンをATU-Cに送信する(ステップA4)。

【0033】ビット、パワー配分テーブル送信部6では選択した伝送速度で送信を行うためのビット、パワー配分テーブルを送信する(ステップA5)。このテーブルは、NEXT時及びFEXT時で周期的に変化するSNR値夫々に対して計算する必要がある。使用するビット、パワー配分テーブルは、512キャリアを使用する場合として計算したビット、パワー配分テーブル7から、前半256キャリアに相当する部分をFEXT用テーブル、後半256キャリアに相当する部分をNEXT用テーブルとして使用する。計算された夫々のテーブルはATU-RからATU-Cに送信される。

【0034】また、図2(C)の場合では、伝送線路の雑音の変化周期が等間隔でないため、複数のSNR値を単一のSNR値にする時に、その時間間隔の比率f及びnだけSNR値の周波数を増加させる。図5はそのビット配分の計算方法を示す。図5(A)に示すように、図4の11、12に示すNEXT及びFEXT時のSNR値を、FEXT時のSNR値はf倍、更にNEXT時の*

* SNR値をn倍の周波数まで拡張して使用する。伝送速度は与えられた伝送速度の値をf+n倍し、(f+n)×256のキャリアを使用する線路とみなして、図5(B)の如きビット配分方法を用いる。

【0035】データの送信に使用するビット、パワー配分テーブルは、FEXT時に使用するテーブルの場合、FEXT時のSNR値を用いたキャリアのどれか一集合に配分されたビット、パワー配分テーブルを使用する。またNEXT時のテーブルも同様に、NEXT時のSNR値を用いたキャリアのどれか一集合に配分されたテーブルを使用する。例えば、(3+2)×256=1280のキャリアを使用するとして計算した図5の場合、ビット、パワー配分テーブル(図5(B))から0～255のキャリアに相当する部分をFEXT用テーブル、768～1023のキャリアに相当する部分をNEXT用テーブルとして使用する。

【0036】計算された各テーブルは、ATU-RからATU-Cに送信されて、ビット、パワー配分テーブル10に保持されて、下り方向送信時のビット、パワー配分(マッピング)に用いられるのである。

【0037】図6は図3のステップA2におけるパフォーマンスマージンの計算方法を示すフローである。先ず、各キャリアiの送信電力のFEXT時における最大値をEmaxi,F(システム毎に予め設定される値)とし、また各キャリアiの送信電力のNEXT時における最大値をEmaxi,N(システム毎に予め設定される値)として、これ等にSNR(i)を乗じたSNR'(i)を求める(ステップA7)。そして、この計算されたSNR'(i)を降順に並び替え(ステップA8)、

30 SNR'(i) ≥ SNR'(i+1)
となるように番号の振替えを行う。尚、全キャリア数Nより小なるiまでの全ての番号につき上記不等式は適用される。

【0038】次に、k=1、γmax=−∞、count=0とする(ステップA9)。kはカウンタ、γmaxは現在の最大可能システムパフォーマンスマージン、countはγmaxを達成するために使用するキャリア数である。そして、γ(k)の計算を行う(ステップA10)。

40 【0039】このγ(k)の計算式は、
【数1】

$$\gamma(k) = 10 \log_{10} \left\{ \frac{\overline{\text{SNR}(k)}}{2 \frac{B_{\text{target}}}{k} - 1} \right\} + \gamma_{\text{eff}} - 9.8 \text{ (dB)}$$

で与えられる。

【0040】γ(k)は1キャリアシンボル中に達成可能な最大システムパフォーマンスマージンである。この時、目標達成速度がBtargetであり、総有効コーディン

グゲインがγeffであり、希望するビットエラーレートが10⁻⁷、最良キャリアをk本使用し、現在の幾何平均SNRは、

50 【数2】

$$\overline{\text{SNR}(k)} = \left[\prod_{i=1}^k \text{SNR}'(i) \right]^{\frac{1}{k}}$$

で与えられる。

【0041】i番目のキャリアが使用する現在の送信電力 E_i は、

$$E_i = E_{\max i, F} \quad (i \in F)$$

$$E_i = E_{\max i, N} \quad (i \in N)$$

で与えられる。ここで、送信機により制限される総入力電力 E_{target} は、

$$E_{\text{target}, F} = k_F \cdot E_{\max i, F} \quad (i \in F)$$

$$E_{\text{target}, N} = k_N \cdot E_{\max i, N} \quad (i \in N)$$

であり、 k_F 、 k_N はFEXT時、NEXT時における使用キャリア数である。

【0042】 $E_{\max i}$ はi番目のキャリアが送信可能な最大電力であり、これは送信パワーマスクにより決まる。

この場合、総入力電力 E_{target} によっては、各キャリア*20

$$b_i = \text{floor} \left[\log_2 \{ 1 + E_{\max i, F} \cdot \text{SNR}(i) / \Gamma_{\max} \} \right] \quad (i \in F)$$

$$b_i = \text{floor} \left[\log_2 \{ 1 + E_{\max i, N} \cdot \text{SNR}(i) / \Gamma_{\max} \} \right] \quad (i \in N)$$

を用いて計算する。floorは小数点以下切捨てを示し、※※切捨てられた小数点以下の値は、diffiとして

$$\text{diffi} = b_i - \log_2 \{ 1 + E_{\max i, F} \cdot \text{SNR}(i) / \Gamma_{\max} \} \quad (i \in F)$$

$$\text{diffi} = b_i - \log_2 \{ 1 + E_{\max i, N} \cdot \text{SNR}(i) / \Gamma_{\max} \} \quad (i \in N)$$

により算出される(ステップA15)。

【0045】ここで Γ_{\max} は、

$$\Gamma_{\max} = \left[Q^{-1} \left(\frac{P_e}{N_e} \right) \right]^2 + \gamma_{\max} - \gamma_{\text{eff}} - 4.77(\text{dB})$$

で与えられる。 P_e はビットエラーレートであり、 N_e は入力信号コンスタレーションの最も隣接するポイント☆

【数4】

$$Q(x) = \int_x^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-y^2/2} dy$$

にて定義されるものである。

【0046】そして、 B_{total} を計算する(ステップA16)。この B_{total} は、現在のビット配分テーブルが1マルチキャリアシンボルにおいてサポートしている総ビット数であり、

$$B_{\text{total}} = \sum b'_i$$

である。ここに、 \sum は $i=0 \sim N-1$ の総和である。

【0047】そして、 $B_{\text{total}} < B_{\text{target}}$ である場合、現在のビット配分テーブルから1ビット、最少のdiffi値を持つキャリアのビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を1ビット増加させ、 $\text{diffi} = \text{diffi} + 1$ 、 $B_{\text{total}} = B_{\text{total}} + 1$ とする(ステップA17、A18)。これを $B_{\text{total}} = B_{\text{target}}$ となるまで繰り返す。

*の送信可能な最大電力が制限されることはない。

【0043】そして、 $\gamma(k) > \gamma_{\max}$ である場合、 $\gamma_{\max} = \gamma(k)$ 、 $\text{count} = k$ とする(ステップA11, A12)。kがNでなければ、 $k = k + 1$ として(ステップA14)、ステップA10へ戻る。ここで、 γ_{\max} は与えられたシステムパラメータにおける最大可能システムパフォーマンスマージンを示しており、 count は γ_{\max} を達成するために使用する最良キャリア数となる。

【0044】図7は図3のステップA5におけるビット配分テーブルの計算方法を示すフローである。上述した γ_{\max} 及び count を使用し、初期のビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を、

★【数3】

☆の数であり、Q関数は、

【数4】

40 $B_{\text{total}} + 1$ とする(ステップA17、A18)。これを $B_{\text{total}} = B_{\text{target}}$ となるまで繰り返す。

【0048】図8は図3のステップA5におけるパワー配分テーブルの算出方法を示すフローである。まず、与えられたビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を基に、 $P_e(i) = P_{e,i,\text{target}}$ となるように、入力電力 $\{E'_i\}$ を割当てる(ステップA19)。ここで、 $P_e(i)$ はi番目のキャリアのエラー確率、 $P_{e,i,\text{target}}$ はi番目のキャリアの目標エラー確率である。尚、 $\{E'_i\}$ はi番目のキャリアが使用する総送信電力である。現在の総送信電力 E_{total} を、

50

$$E_{total,F} = \sum E_i \quad (i \in F)$$

$$E_{total,N} = \sum E_i \quad (i \in N)$$

として算出する(ステップA20)。ここに、 Σ は $i = 0 \sim N-1$ の総和である。

【0049】そして、最終電力分布 $\{E_i\}$ を再調整する(ステップA21)。この再調整は、 $(E_{target,F}/E_{total,F}) \cdot E_i$ と $E_{maxi,F}$ ($i \in F$)とのうち小なる値または、 $(E_{target,N}/E_{total,N}) \cdot E_i$ と $E_{maxi,N}$ ($i \in N$)とのうち小なる値を、それぞれ E_i とすることで行う。このシステムにおける初期のビット及びパワー(電力)配分テーブルは、 $\{b_i\}$ 及び $\{E_i\}$ によって与えられることになる。

【0050】次に、本発明の他の実施の形態につき説明する。上記実施の形態では、各キャリアの送信電力制限がある場合であったが、本例では、総送信電力制限がある場合につき述べる。本実施の形態においても、図1のブロック図及び図3のその動作を示すフローチャートについては、同一であるものとする。上位層から与えられた4つの伝送速度は、ATU-CからATU-Rに向かって送信される(ステップA1)。例えば、 r_1 から r_4 4 bit/s の4種類の伝送速度がその他のパラメータと共にATU-CからATU-Rに送信される。

【0051】ATU-R側は、雑音量が周期的に変化する場合、特にここではTCM-ISDNが同一ケーブル内に存在する場合、ISDNからADSLに対してNEXT及びFEXTが発生する。下り方向SNR評価部2では、この両方の場合における各周波数のSNR値を評価し、各々をNEXT SNR、FEXT SNR3に保持する。図9の11及び12は評価された各周波数のSNR値を示し、11はFEXT発生時の、12はNEXT発生時の各SNR値を示す。

【0052】パフォーマンスマージン計算部4は、SNR評価部2で評価した線路のSNR値3を基に、送信された4つの伝送速度を実現する場合、パフォーマンスマージンを最大の値に設定するビット配分を夫々4種類計算する(ステップA2)。図9はその計算方法を示す。異なる時間で評価された複数のSNR値及び総送信電力を考慮して与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするようなマルチキャリアのビット配分を夫々算出する。そのとき、図9に示されるように異なる時間で評価されたNEXT時及びFEXT時のSNR値とデータ伝送時の総電力とを考慮して、ATU-C100から与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするようなマルチキャリアの各キャリアのビット配分を算出する。

【0053】伝送速度選択部5では、計算した4種類のパフォーマンスマージン値、例えば、図3のステップA2に示すように4種類のマージン値 $m_1 \sim m_4$ から、伝送速度が最も速かつマージンが負でない送信可能な伝送速度を選択する(ステップA3)。全伝送速度に関し

てマージンが全て負であれば、4つの伝送速度全てが送信不可能であることを示し、ATU-RはATU-Cに向けて全伝送速度失敗出力を送信する(ステップA6)。伝送速度のどれか1つを選択することができれば、その選択した伝送速度及びそのパフォーマンスマージンをATU-Cに送信する(ステップA4)。ビット、パワー配分テーブル送信部6では選択した伝送速度で送信を行うためのビット、パワー配分テーブルを送信する(ステップA5)。このテーブルは、NEXT時及びFEXT時で周期的に変化するSNR値夫々に対して計算する必要がある。計算された夫々のテーブルはATU-RからATU-Cに送信される。

【0054】また、図2(C)の場合では、伝送線路の雑音の変化周期が等間隔でないため、複数のSNR値を単一のSNR値にする時に、その時間間隔の比率 f 及び n だけSNR値の周波数を増加させる。図5はそのビット配分の計算方法を示す。図5(A)に示すように、図4の11、12に示すNEXT及びFEXT時のSNR値を、FEXT時のSNR値は f 倍、更にNEXT時のSNR値を n 倍の周波数まで拡張して使用する。伝送速度は与えられた伝送速度の値を $f+n$ 倍し、 $(f+n) \times 256$ のキャリアを使用する線路とみなして、図5(B)の如きビット配分方法を用いる。

【0055】データの送信に使用するビット、パワー配分テーブルは、FEXT時に使用するテーブルの場合、FEXT時のSNR値を用いたキャリアのどれか一集合に配分されたビット、パワー配分テーブルを使用する。またNEXT時のテーブルも同様に、NEXT時のSNR値を用いたキャリアのどれか一集合に配分されたテーブルを使用する。例えば、 $(3+2) \times 256 = 1280$ のキャリアを使用するとして計算した図5の場合、ビット、パワー配分テーブル(図5(B))から0~255のキャリアに相当する部分をFEXT用テーブル、768~1023のキャリアに相当する部分をNEXT用テーブルとして使用する。計算された各テーブルは、ATU-RからATU-Cに送信されて、ビット、パワー配分テーブル10に保持されて、下り方向送信時のビット、パワー配分(マッピング)に用いられる。

【0056】図10は図3のステップA2におけるパフォーマンスマージンの計算方法を示すフローである。先ず、各キャリア i の送信電力を $E(i)$ として正規化したSNR(i)を求める(ステップS10)。そして、この計算されたSNR(i)を降順に並べ替え(ステップS11)、

$$SNR(i) \geq SNR(i+1)$$

となるように番号の振り替えを行う。尚、全キャリア数 N より小なる i までの全ての番号につき上記不等式は適用される。

【0057】次に、 $k=1$ 、 $K_F=K_N=0$ 、 $count_F=count_N=0$ 、 $\gamma_{max}=-\infty$ とする(ステッ

ブS12)。kはカウンタ、 γ_{\max} は現在の最大可能システムパフォーマンスマージン、countF、countNは γ_{\max} を達成するために使用するキャリア数であり、添字のFはFEXT用テーブルの先頭文字Fを、またNはNEXT用テーブルの先頭文字Nを、夫々示している。そして、 $\gamma_F(k)$ 、 $\gamma_N(k)$ の計算を行う（ステップS13）。この $\gamma_F(k)$ 、 $\gamma_N(k)$ の計算式は先の「数1」の式と同一である。

【0058】 $\gamma(k)$ は1キャリアシンボル中に達成可能な最大システムパフォーマンスマージンである。この時、目標達成速度がBtargetであり、総有効コーディングゲインが γ_{eff} であり、希望するビットエラーレートが 10^{-7} 、最良キャリアをk本使用し、現在の幾何平均SNRは先の「数2」の式と同一である。

【0059】また、i番目のキャリアが使用する現在の送信電力 E_i は、

【数5】

$$E_{i,F} = \min \begin{cases} \frac{E_{\text{target},F}}{K_F} \\ E_{\text{maxi},F} \end{cases}$$

$$E_{i,N} = \min \begin{cases} \frac{E_{\text{target},N}}{K_N} \\ E_{\text{maxi},N} \end{cases}$$

$$b'_{i,F} = \min \begin{cases} \text{round} \left\{ \log_2 \left(1 + \frac{E_{\text{target},F} \text{SNR}(i)}{\text{count}_F \Gamma_{\max}} \right) \right\} \\ \text{floor} \left\{ \log_2 \left(1 + \frac{E_{\text{maxi},F} \cdot \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) \right\} \end{cases}$$

$$b'_{i,N} = \min \begin{cases} \text{round} \left\{ \log_2 \left(1 + \frac{E_{\text{target},N} \text{SNR}(i)}{\text{count}_N \Gamma_{\max}} \right) \right\} \\ \text{floor} \left\{ \log_2 \left(1 + \frac{E_{\text{maxi},N} \cdot \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) \right\} \end{cases}$$

を用いて計算する。

【0063】floorは小数点以下切捨てを示し、切捨て

*で与えられる。ここで、 $E_{\text{target},F}$ と $E_{\text{target},N}$ とは送信機により制限される総入力電力である。

【0060】 $E_{\text{maxi},F}$ と $E_{\text{maxi},N}$ はFEXT時とNEXT時それぞれにおけるi番目のキャリアが送信可能な最大電力であり、これは送信パワーマスクにより決まる。そして、 $\gamma_F(k) > \gamma_{\max}$ または $\gamma_N(k) > \gamma_{\max}$ である場合（ステップS14/YES）、countF = K_F 、countN = K_N とし、

$\gamma_F(k) > \gamma_{\max}$ のときは、 $\gamma_{\max} = \gamma_F(k)$

$\gamma_N(k) > \gamma_{\max}$ のときは、 $\gamma_{\max} = \gamma_N(k)$

とする（ステップS15）。

【0061】そして、 $\gamma_F(k) > \gamma_N(k)$ である場合（ステップS16/YES）には K_{F++} （ステップS17）、そうでない場合（ステップS16/NO）には K_{N++} とする（ステップS18）。そして、 $K_F = K_N = N$ でなければ（ステップS19/NO）、ステップS13へ戻る。ここで、 γ_{\max} は与えられたシステムパラメータにおける最大可能システムパフォーマンスマージンを示しており、countF、countNは γ_{\max} を達成するための最良キャリア数となる。

【0062】図11は図3のステップA5におけるビット配分テーブルの計算方法を示すフローである。上述した γ_{\max} 及びcountF、countNを使用し、初期のビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を、

【数6】

*30

られた小数点以下の値は、diffiとして、

【数7】

$$b_i = \begin{cases} \left\lfloor \log_2 \left(1 + \frac{E_{\max i, F} \cdot \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) \right\rfloor & (i \in F) \\ \left\lfloor \log_2 \left(1 + \frac{E_{\max i, N} \cdot \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) \right\rfloor & (i \in N) \end{cases}$$

の場合には、 $\text{diff}_i = 0.5$

その他の場合には、

$$\text{diff}_i = \begin{cases} b_i - \log_2 \left(1 + \frac{E_{\text{target}, F} \cdot \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) & (i \in F) \\ b_i - \log_2 \left(1 + \frac{E_{\text{target}, N} \cdot \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) & (i \in N) \end{cases}$$

により算出される（ステップS20）。

【0064】ここで Γ_{\max} は、上記「数3」と同一である。また、 P_e はビットエラーレートであり、 N_e は入力信号コンスタレーションの最も隣接するポイントの数であり、 Q 関数は上記「数4」と同一である。そして、 B_{total} を計算する（ステップS21）。この B_{total} は、現在のビット配分テーブルが1マルチキャリアシンボルにおいてサポートしている総ビット数であり、

$$B_{\text{total}} = \sum b'_i$$

である。ここに、 Σ は $i = 0 \sim N-1$ の総和である。

【0065】そして、 $B_{\text{total}} < B_{\text{target}}$ である場合（ステップS23/YES）、現在のビット配分テーブルから1ビット、最大の diff_i 値を持つキャリアのビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を1ビット減少させ、 $\text{diff}_i = \text{diff}_i - 1$ 、 $B_{\text{total}} = B_{\text{total}} - 1$ とする（ステップS24）。また、 $B_{\text{total}} < B_{\text{target}}$ である場合（ステップS23/NO）、現在のビット配分テーブルから1ビット、最小の diff_i 値を持つキャリアのビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を1ビット増加させ、 $\text{diff}_i = \text{diff}_i + 1$ 、 $B_{\text{total}} = B_{\text{total}} + 1$ とする（ステップS25）。これを、 $B_{\text{total}} = B_{\text{target}}$ （ステップS22/YES）となるまで繰り返す。

【0066】図12は図3のステップA5におけるパワー配分テーブルの算出方法を示すフローである。先ず、与えられたビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を基に、 P_e

$(i) = P_{e, i, \text{target}}$ となるように、入力電力 $\{E'_i\}$ を割当て（ステップS30）。ここで、 $P_e(i)$ は i 番目のキャリアのエラー確率、 $P_{e, i, \text{target}}$ は i 番目のキャリアの目標エラー確率である。尚、 $\{E'_i\}$ は i 番目のキャリアが使用する総送信電力である。

【0067】現在の総送信電力 $E_{\text{total}, F}$ 及び $E_{\text{total}, N}$ を、

30 【数8】

$$E_{\text{total}, F} = \sum_{i \in F} E_i$$

$$E_{\text{total}, N} = \sum_{i \in N} E_i$$

として夫々算出する（ステップS31）。ここに、 Σ は $i = 0 \sim N-1$ の総和である。

【0068】そして、最終電力分布 $\{E'_i\}$ を再調整する（ステップS32）。この再調整は、 $(E_{\text{target}, F} / E_{\text{total}, F}) \cdot E_i$ と $E_{\max i, F}$ とのうち小なる値 E'_i, F 、または、 $(E_{\text{target}, N} / E_{\text{total}, N}) \cdot E_i$ と $E_{\max i, N}$ とのうち小なる値 E'_i, N を、

【数9】

$$E'_{i,F} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{E_{\text{target},F}}{E_{\text{total},F}} E_i \\ E_{\text{max},i,F} \end{array} \right.$$

$$E'_{i,N} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{E_{\text{target},N}}{E_{\text{total},N}} E_i \\ E_{\text{max},i,N} \end{array} \right.$$

とすることで行う。このシステムにおける初期のビット及びパワー（電力）配分テーブルは、 $\{b'_i\}$ 及び $\{E'_i\}$ によって与えられることになる。

【0069】上記の各実施の形態では、下り方向のデータ伝送の場合につき述べたが、ATU-R200からATU-C100への上り方向のデータ伝送の場合にも、全く同様であり、図1に示したATU-C100の構成がATU-R200に、ATU-R200の構成がATU-C100に、夫々設けられるものである。

【0070】尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、例えば、ADSL以外のDMT通信方式を使用した装置がISDNと同一ケーブル上に存在する場合や、ISDN以外の2種類以上の周期的な雑音源が同一ケーブル上に存在する場合にも、同様に適用できるものである。

【0071】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、伝送線路の雑音量が周期的に変化する場合において、互いに異なる雑音環境である、例えばFEXT時及びNEXT時に、それぞれ最大送信電力値を異なるように設定して、NEXT時のADSLからISDNへの影響をなくすようにした場合でも、この周期的変化の雑音に起因して複数存在するSNR値を、時間的に変化することがなく周波数帯域が増加した一つの線路のSNR値とみなすことで、周期的に変化する雑音量に対して最大のパフォーマンスマージン値を有するビット配分を得ることができるという効果がある。

【0072】また、本発明によれば、伝送線路の雑音量が周期的に変化する場合、同様に、互いに異なる雑音環境である、例えばFEXT時及びNEXT時に、それぞれ最大送信電力値を異なるように設定して、NEXT時のADSLからISDNへの影響をなくすようにした場合でも、この周期的変化の雑音に起因して異なる時間で

評価された複数のSNR値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にする各キャリアのビット配分を得ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】TCM-ISDNデータとADSLへの雑音状態との関係を示す図である。

【図3】図1のブロックの動作を示すフローチャートである。

【図4】雑音周期が等間隔の場合のビット配分の例を示す図である。

【図5】雑音周期が等間隔でない場合のビット配分の例を示す図である。

【図6】図3のステップA2の詳細を示すフロー図である。

【図7】図3のステップA5のビット配分の計算方法を示すフロー図である。

【図8】図3のステップA5のパワー配分の計算方法を示すフロー図である。

【図9】雑音周期が等間隔の場合のビット配分の他の例を示す図である。

【図10】図3のステップA2の詳細の他の例を示すフロー図である。

【図11】図3のステップA5のビット配分の計算方法の他の例を示すフロー図である。

【図12】図3のステップA5のパワー配分の計算方法の他の例を示すフロー図である。

【図13】従来のビット配分の例を示す図である。

【図14】遠端漏話及び近端漏話の発生例を示す図である。

【符号の説明】

1 下り方向伝送速度送信部

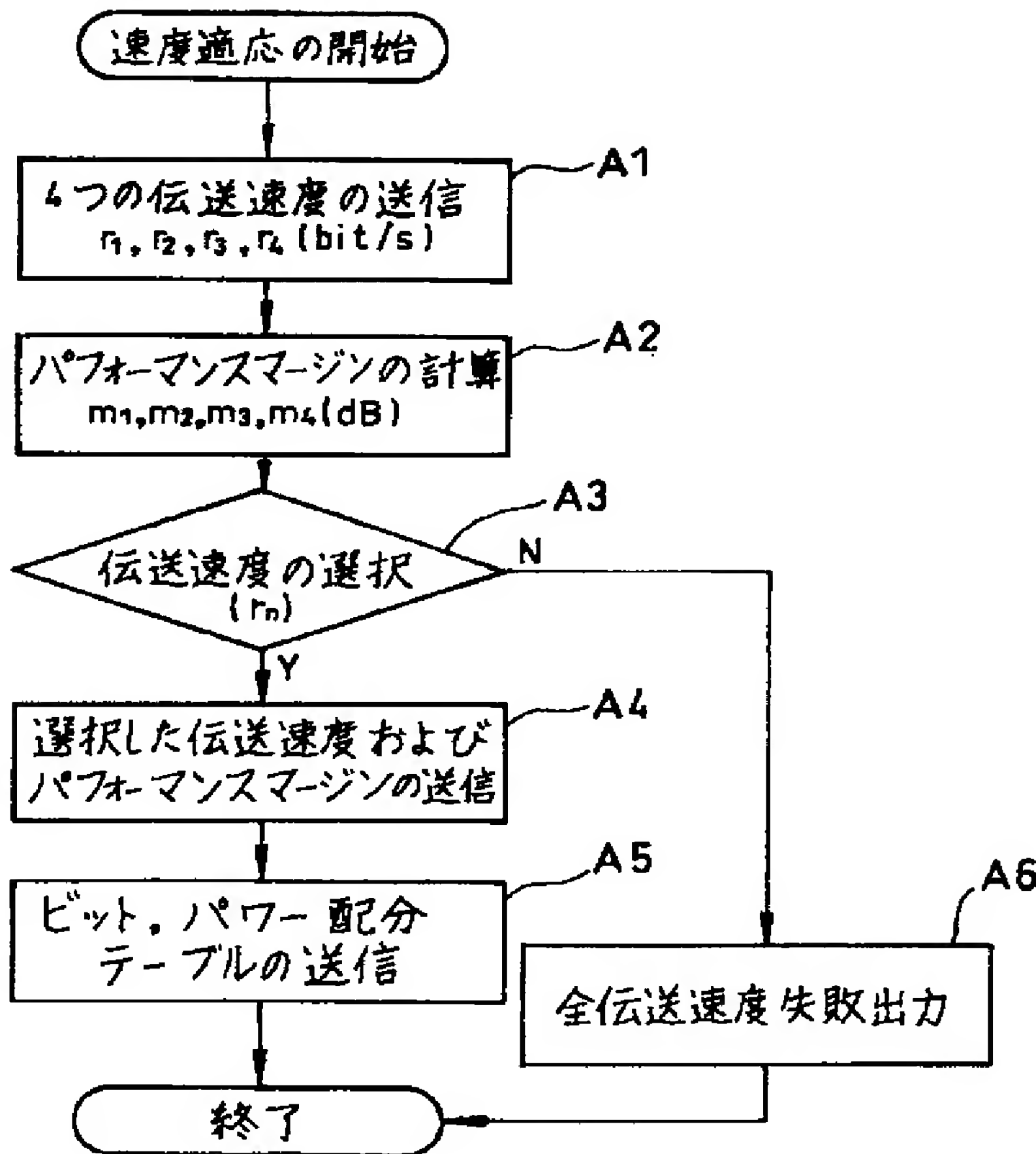
20

30

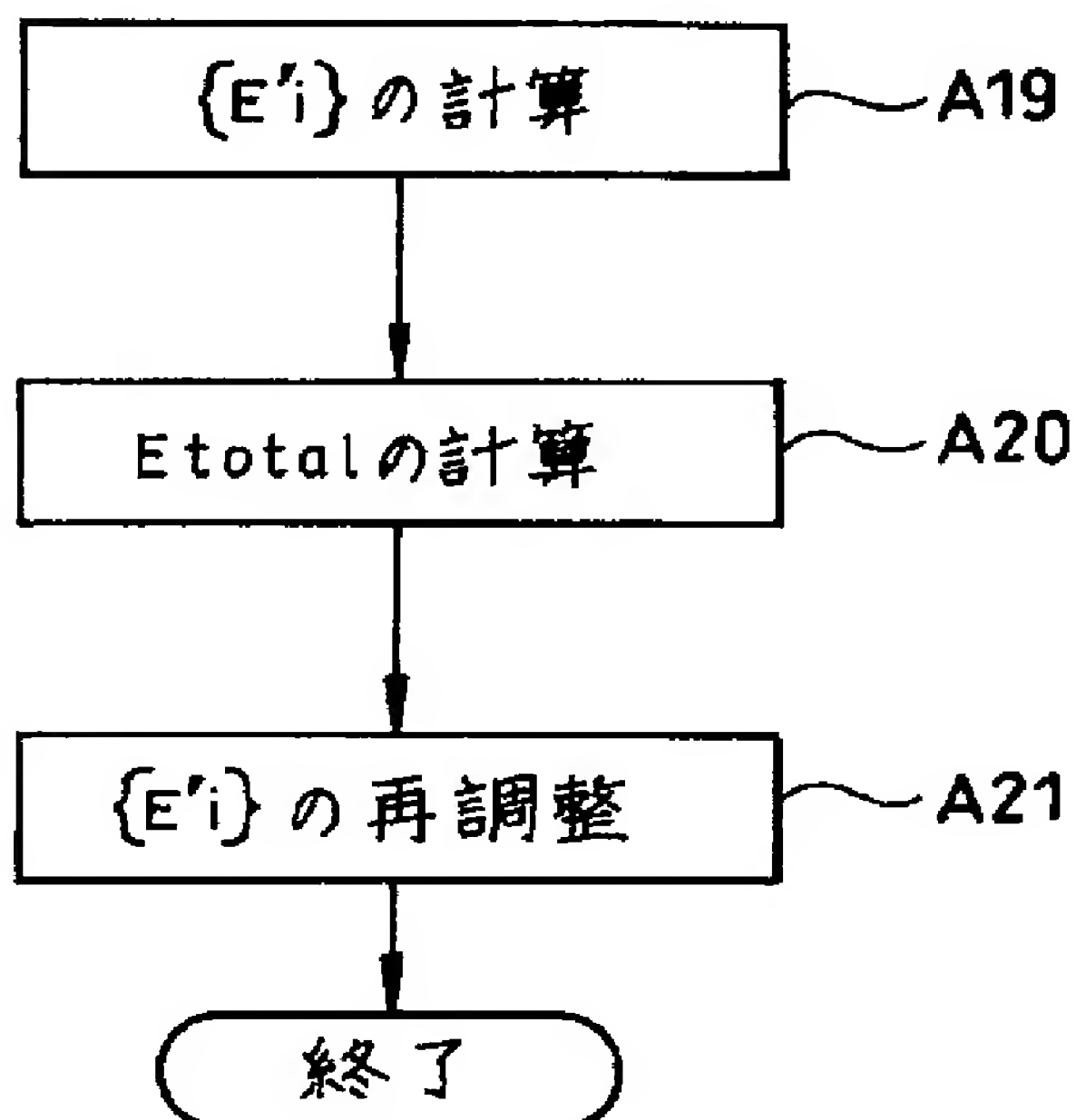
40

50

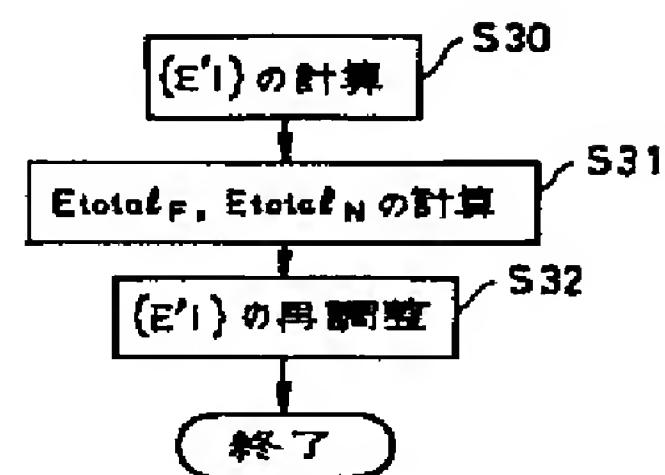
【図3】



【図8】

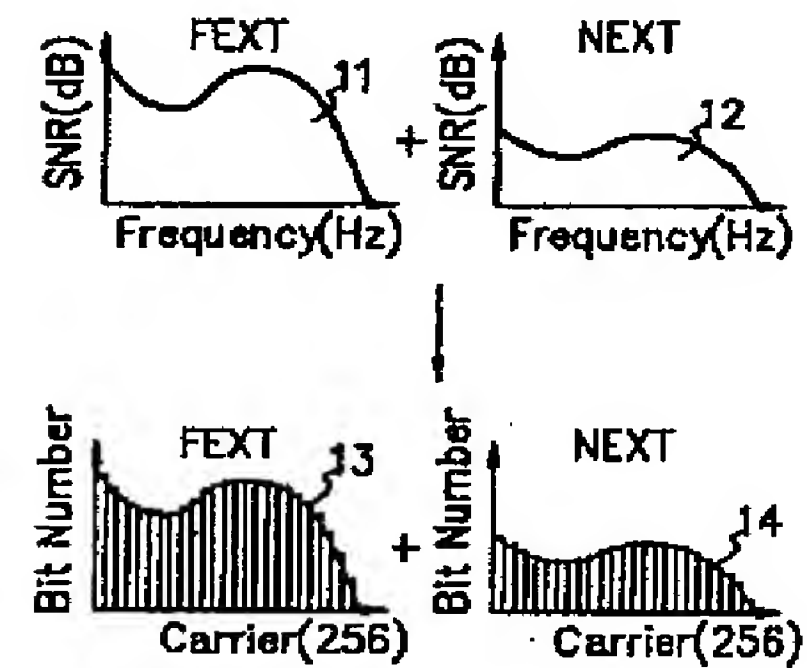


【図12】

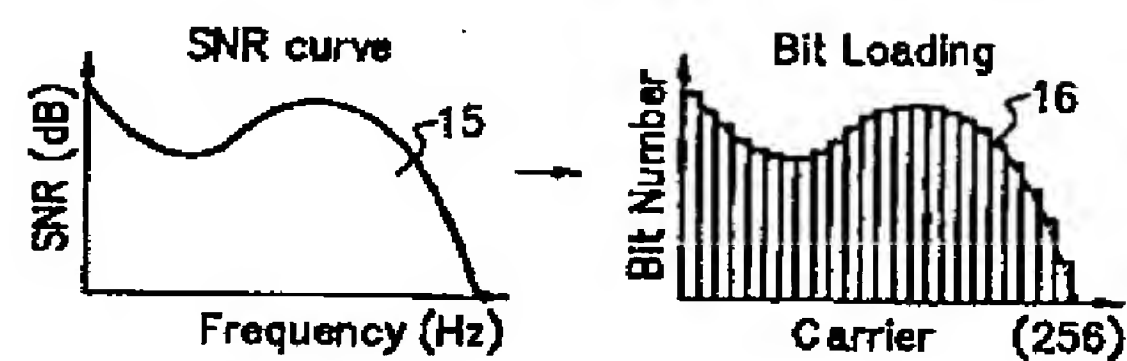


【図9】

雑音周期が等間隔である場合のビット配分の一例

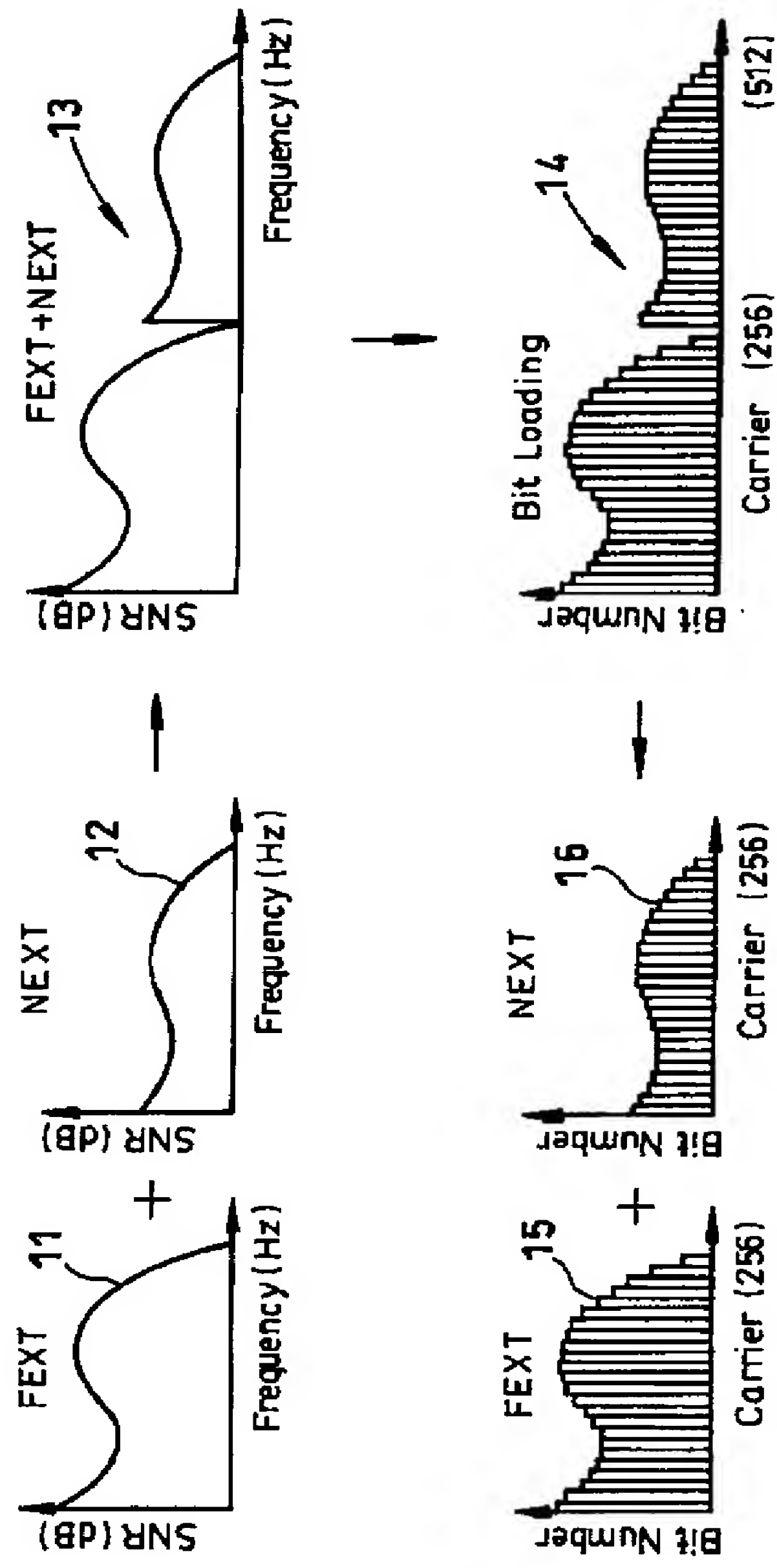


【図13】



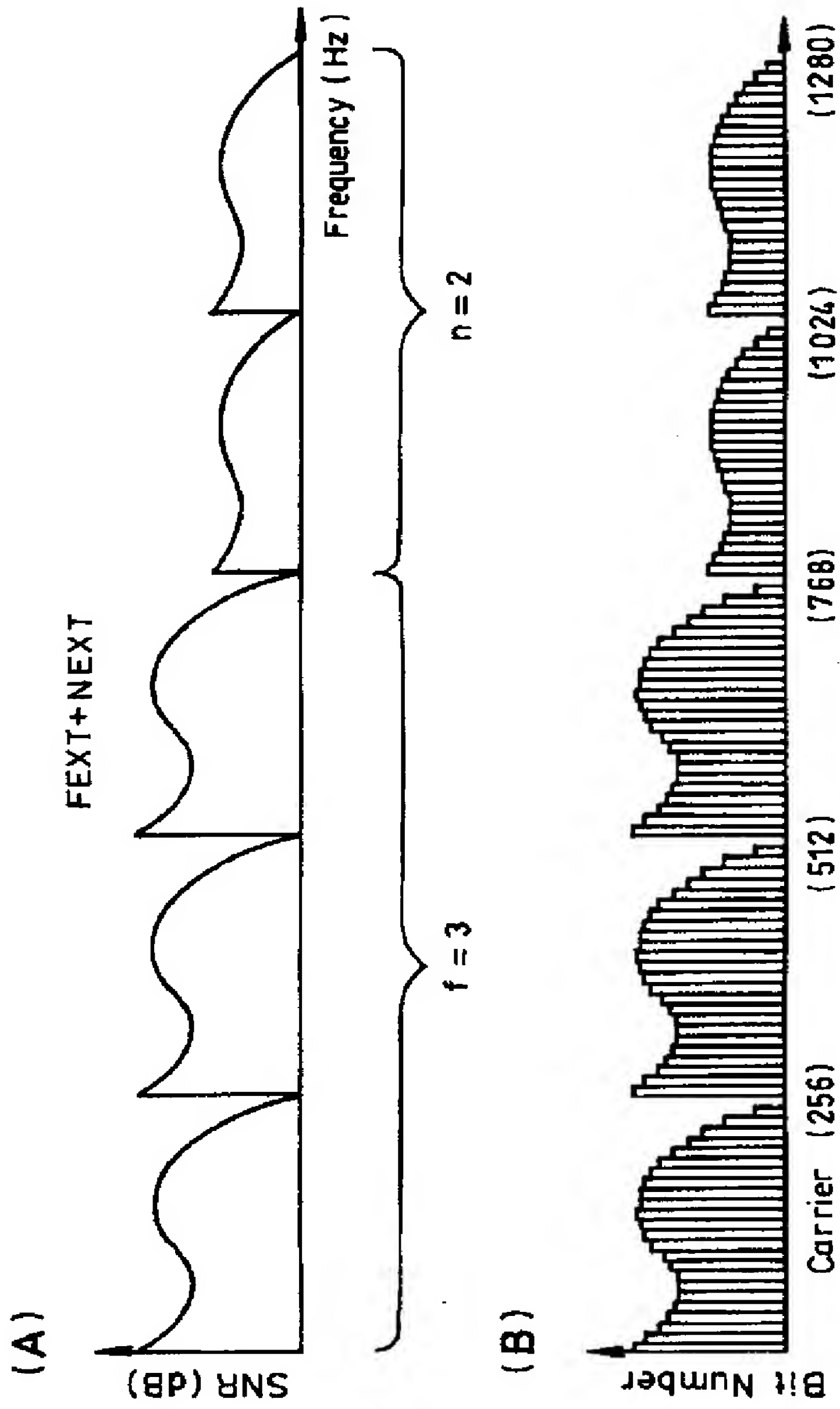
【図4】

雑音周期が等間隔である場合のBit配分の一例

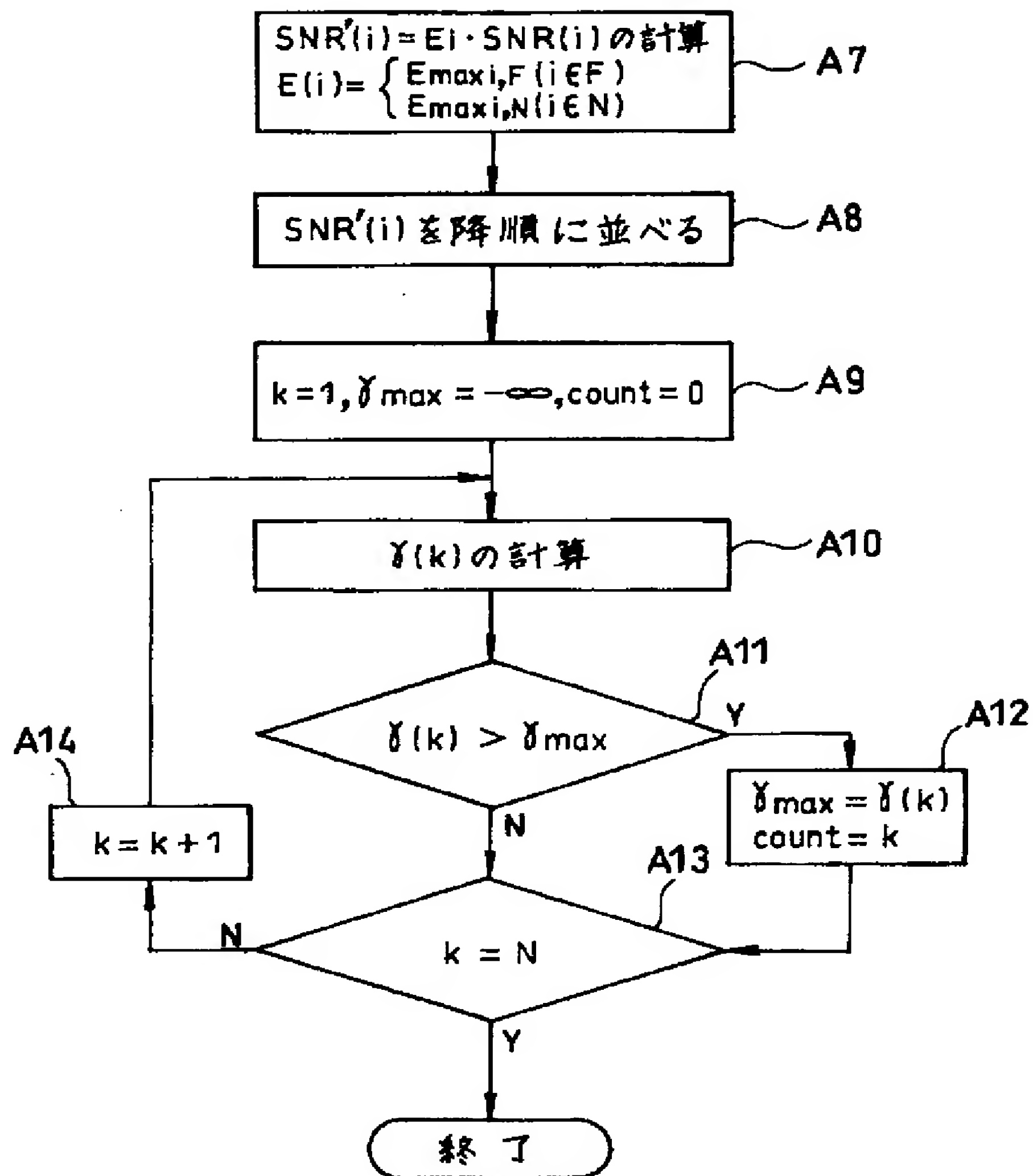


【図5】

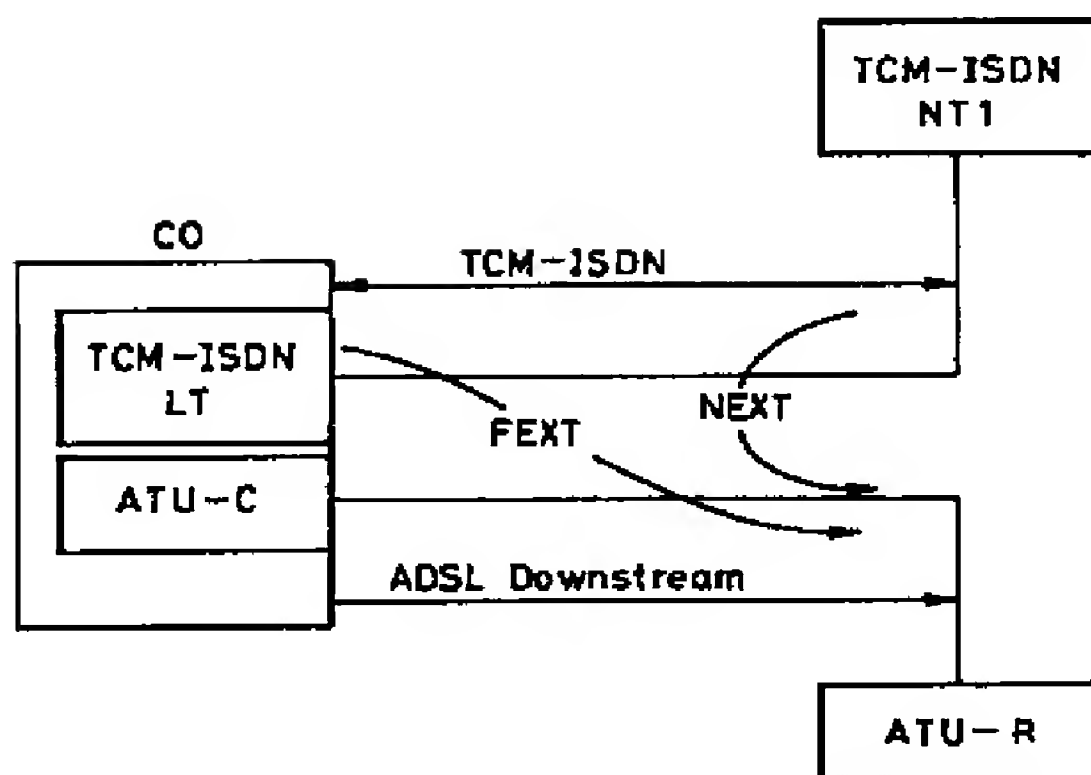
雑音期間が等間隔でない場合のBit配分の一例



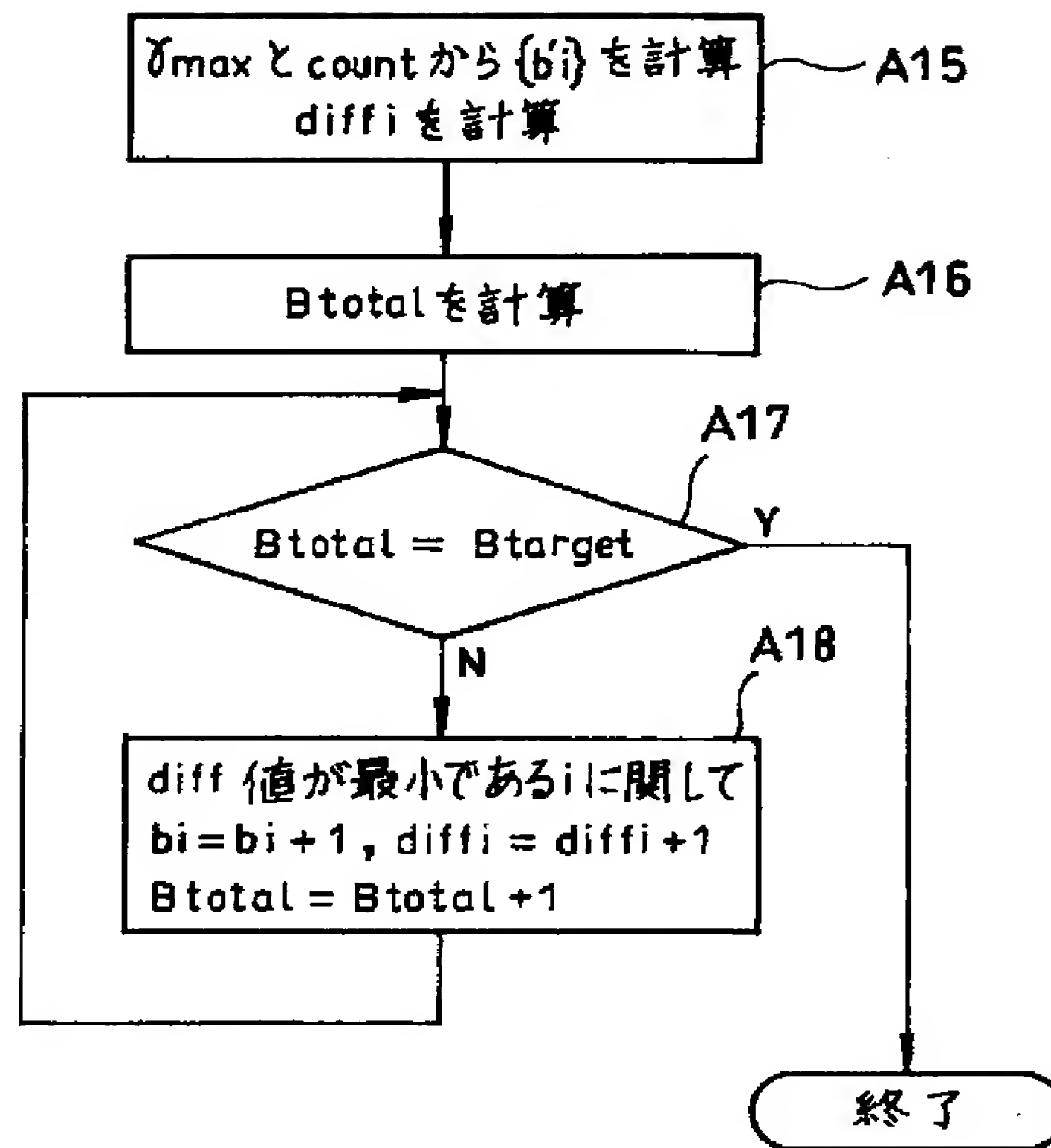
【図6】



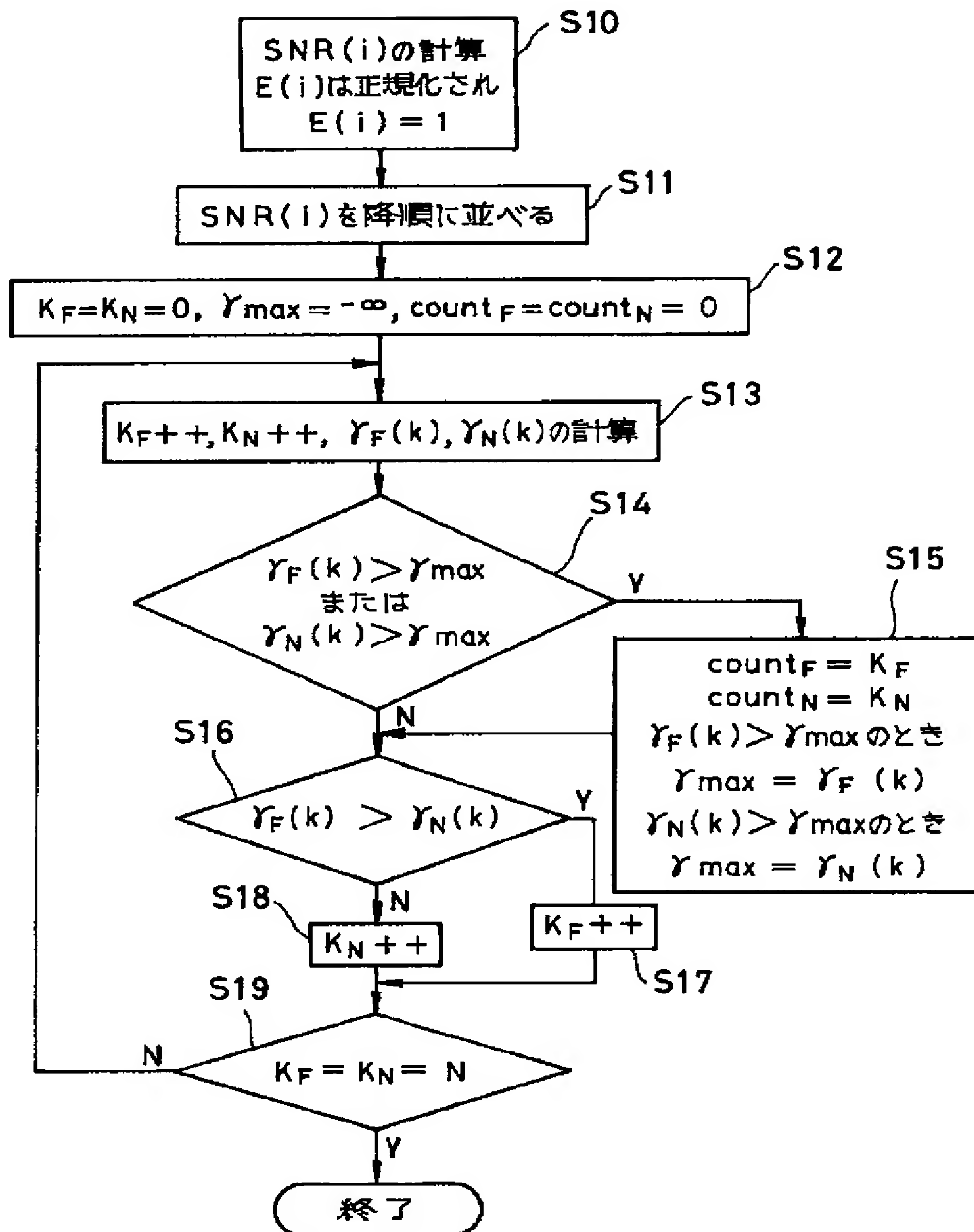
【図14】



【図7】



【図10】



【図11】

